

羊粪堆肥提取液对小油菜生长及土壤盐分含量的影响

杜金伟, 付崇毅, 姜 伟, 薛国萍, 白红梅

(内蒙古自治区农牧业科学院 蔬菜研究所, 内蒙古 呼和浩特 010031)

摘 要:【目的】探索羊粪厌氧、好氧堆肥提取液对小油菜生长、产量、品质及土壤盐分含量的影响。【方法】以小油菜为供试作物,采取温室盆栽试验,设不施有机肥和化肥(CK)、单施复合肥(T1)、羊粪厌氧堆肥提取液(T2)、羊粪好氧堆肥提取液(T3)、腐熟羊粪堆肥(T4)5个处理,比较分析小油菜的生长、产量、品质及土壤盐分含量。【结果】T1处理的土壤全钾含量为 21.30 g/kg、有效氮含量为 232.00 mg/kg,较其他处理差异显著($P<0.05$);T2处理的小油菜株高为 22.25 cm、硝酸盐含量为 4 022.00 mg/kg、蛋白质含量为 3.06 g/100 g、VC 含量为 45.80 mg/100 g,较其他处理差异显著($P<0.05$);T3处理的小油菜单株重为 23.65 g/株、产量为 31 545.00 kg/hm²,土壤全氮含量为 2.92 g/kg,较其他处理差异显著($P<0.05$)。【结论】施用羊粪厌氧堆肥提取液和好氧堆肥提取液后,小油菜生长旺盛、产量较高、品质有所改善,对温室中土壤次生盐渍化的改良也起到了积极作用。

关键词:羊粪堆肥提取液;小油菜;产量;品质;土壤盐分含量

中图分类号:S634.3

文献标识码:A

文章编号:2096-1197(2021)04-0052-05

Effects of compost extract of sheep dung on growth of pakchoi and soil salt content

DU Jinwei, FU Chongyi, JIANG Wei, XUE Guoping, BAI Hongmei

(Institute of Vegetable Research, Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Hohhot 010031, China)

Abstract: 【Objective】To explore the effects of sheep dung anaerobic and aerobic compost extracts on the growth, yield, quality of pakchoi and soil salt content. 【Methods】With pakchoi as test samples, taking a pot experiment in greenhouse, five treatments including no organic fertilizer and chemical fertilizer (CK), single compound fertilizer (T1), sheep dung anaerobic compost extract (T2), sheep dung aerobic compost extract (T3), rotten sheep dung compost (T4), comparative analysis of pakchoi growth, yield, quality and soil salt content were done. 【Results】The soil total potassium content and available nitrogen content of T1 treatment were 21.30 g/kg and 232.00 mg/kg, which were significantly different from those of other treatment groups ($P<0.05$). The plant height, nitrate content, protein content and VC content of T2 treatment were 22.25 cm, 4 022.00 mg/kg, 3.06 g/100 g and 45.80 mg/100 g, which were significantly different from those of other treatment groups ($P<0.05$). The weight per plant, yield of pakchoi and soil total nitrogen content in T3 treatment were 23.65 g/plant, 31 545.00 kg/hm² and 2.92 g/kg, which were significantly different from those of other treatment groups ($P<0.05$). 【Conclusion】After applying sheep dung anaerobic compost extract and aerobic compost extract, pakchoi grew vigorously, yield was higher and quality was improved, which also played a positive role in the improvement of soil secondary salinization in greenhouse.

Keywords: Compost extract of sheep dung; Pakchoi; Yield; Quality; Soil salt content

堆肥提取液是腐熟的有机物料经水浸提后得到的一种高效液体肥料。与固体有机堆肥相比,堆肥提

取液中的有效营养成分和有益微生物,更容易针对植物体发挥作用。堆肥提取液中含有植物生长所需

收稿日期:2021-07-05

基金项目:内蒙古自治区农牧业科学院青年创新基金项目(2017QNJJN08)

作者简介:杜金伟(1982—),女,副研究员,硕士,主要从事设施园艺栽培生理及设施土壤修复技术的研究工作。

的 N、P、K、Ca、Mg 等大量元素,其中,N 含量可达 8.46%、P 含量可达 3.99%、K 含量可达 2.85%、Ca 含量可达 4.16%、Mg 含量可达 1.22%,它们可参与植物体细胞内蛋白质、核酸、磷脂等有机物的合成,Mg 元素还是合成叶绿素必不可少的成分。堆肥提取液中还含有 Fe、Zn 等土壤中含量极少的微量元素,Fe 含量可达 0.27%、Zn 含量可达 0.29%,这些微量元素对植物生长具有重要意义,它们是很多酶、维生素、激素的重要组成部分,直接影响植物体内的代谢过程^[1]。堆肥提取液是一种农畜废弃物再利用的良好产物,不仅对植物病虫害有良好的防治效果,而且能大大降低环境污染和食品安全风险。堆肥提取液作为一种新型的液体肥料已经在多个方面发挥重要作用,不仅可以防治植物病虫害、促进植株生长、提高果实产量、改善果实品质,还可以改善土壤的物理、化学及生物性状。此外,堆肥提取液在浸种、催芽、抗旱等方面也能表现出良好的效果。堆肥提取液施加方式多样,可采用人工叶面喷施,还可以利用喷灌、滴灌等技术施肥。因此,堆肥提取液有潜力作为一种新型液体肥料被推广。

堆肥的浸提液可作为一种天然的液体肥料,同时兼具促生、生防和肥效作用。徐大兵^[2]研究表明,施用猪粪堆肥提取液可以使土壤中细菌和放线菌的总数显著增加,同时使土壤中真菌的数量减少,提升了土壤中细菌的丰富度和遗传多样性、降低了真菌的丰富度和遗传多样性;利用傅里叶红外光谱技术分析出猪粪—秸秆堆肥提取液样品中含有苯环和酚基官能团抑制土传病害。李欣欣等^[3]在研究白灵菇菌糠堆肥提取液对草莓黄萎病的防治效果时发现,利用堆肥提取液提前对草莓植株进行灌根处理,能显著降低草莓植株的患病率。堆肥提取液对病原菌菌丝生长和分生孢子萌发均有显著的抑制作用。由于长期栽培设施蔬菜,导致普遍存在不合理施肥、养分比例失调、肥效下降、资源浪费严重等问题,致使土壤养分富集、盐分积累现象日趋严重。内蒙古拥有广阔的草原和丰富的家畜品种资源,羊粪等有机肥原料充足。羊粪在设施栽培中普遍作为基肥使用,而对羊粪堆肥提取液的研究报道较少。本研究以小油菜为

供试作物,采取温室盆栽试验研究了羊粪堆肥提取液对小油菜生长、品质、产量和土壤盐分含量的影响,以期对羊粪有机肥的高效开发利用提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

以小油菜苗为试验材料,选用 26 cm×23 cm×50 cm 规格塑料种植槽;供试肥料:腐熟羊粪堆肥、好氧和厌氧堆肥提取液、氮磷钾复合肥(N:P:K=15:15:15)。

1.2 试验方法

1.2.1 堆肥提取液的制备 由羊粪和玉米秸秆在有机肥发酵剂(通用型)的作用下高温堆肥发酵后得到腐熟的羊粪有机堆肥。好氧提取方法:取充分腐熟的堆肥和去离子水(使用前通气 10 h)按照羊粪和水 1:10 比例放入聚乙烯塑料桶充分混匀后,制氧机持续通气,使提取液的溶解氧(DO)含量不低于 62.00%,7 d 后用双层纱布过滤收集滤液,即为羊粪堆肥好氧提取液。厌氧提取方法:取充分腐熟的堆肥和去离子水(使用前通气 10 h)按照羊粪和水 1:10 比例放入聚乙烯塑料桶,充分混匀后密封 7 d 后用双层纱布过滤收集滤液,即为羊粪堆肥厌氧提取液。

1.2.2 试验设计 试验于内蒙古自治区农牧业科学院智能温室内进行,选择每年种植甜瓜和番茄两茬模式且已连续种植 5 年以上的温室土壤,每盆装土 15 kg,每盆移栽小油菜 8 株。施肥处理:CK(不施有机肥和化肥);处理 T1:复合肥含量分别为 N 400 mg/kg、P₂O₅ 300 mg/kg、K₂O 400 mg/kg;处理 T2:堆肥提取液残渣用量为 1.4×10⁵ mg/kg+厌氧堆肥提取液;处理 T3:堆肥提取液残渣用量为 1.4×10⁵ mg/kg+好氧堆肥提取液;处理 T4:腐熟羊粪堆肥用量为 1.4×10⁵ mg/kg;播前土壤记为 T0。

2018 年 10 月 28 日开始定植,追肥在移栽小油菜缓苗 5 d 后开始施入,每隔 10 d 追施 1 次,共追施 3 次,各处理每盆每次追施羊粪堆肥提取液 1 L。每处理 5 盆,重复 3 次。定植后每 5 d 浇水 1 次,每次每盆浇水 1 L。定植 43 d 后,12 月 11 日采收小油菜,每处理各重复随机选取 10 株,测定盆栽小油菜的株高,小油菜收获后洗净、擦干,测单株重,计算产

量;测蛋白质、硝酸盐和 VC 含量。在小油菜定植前和采收后,分别将各处理的栽培土混匀,取样测定土壤肥力。

1.3 测定方法

小油菜的品质指标:采用考马斯亮蓝 G250 法测定蛋白质含量^[4]、水杨酸比色法测定硝酸盐含量、钼蓝比色法测定果实 VC 含量^[5]。土壤 pH 值采用电位法测定;土壤有机质含量采用硫酸-重铬酸钾氧化-外加热,容量法测定;土壤全氮含量采用半微量开氏法测定;土壤全磷含量采用氢氧化钠熔融,钼锑抗比色法测定;土壤全钾含量采用氢氧化钠熔融,火焰光度法测定;土壤有效磷含量采用碳酸氢钠浸提,钼锑抗比色法测定;土壤速效钾含量采用乙酸铵浸提,火焰光度法测定;土壤有效氮含量采用流动分析仪测定^[6-7];土壤水溶性盐含量采用电导法测定^[8]。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2010 和 SPSS 20.0 软件进行数据处理及方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对小油菜的株高、单株重和产量的影响

由表 1 可知,不同施肥处理下,小油菜株高的排序为 T2>T3>CK>T4>T1,厌氧堆肥提取液 T2 处理与好氧堆肥提取液 T3 处理差异不显著($P>0.05$),但都高于 CK,T2 处理与 CK、T1、T4 处理差异显著($P<0.05$)。单株重和产量的排序为 T3>T2>CK>T4>T1,好氧堆肥提取液 T3 处理与 CK、T2 处理差异不显著($P>0.05$),与 T4、T1 处理差异显著($P<0.05$)。由此可见,施用厌氧堆肥提取液后,小油菜的株高较高;施用好氧堆肥提取液后,小油菜的单株重、产量较高。

2.2 不同施肥处理对小油菜品质的影响

由表 2 可知,T1 处理硝酸盐含量显著高于 CK 和其他处理 ($P>0.05$),T2、T3 处理硝酸盐含量显著低于 CK、T1、T4 处理($P<0.05$),T2 处理与 T3 处理硝酸盐含量差异显著($P<0.05$)。由此可见,羊粪厌氧堆肥提取液,对小油菜体内硝酸盐的积累影响较大。各施肥处理的蛋白质含量排序为 T2>T3>T4>T1>CK,

表 1 不同施肥处理对小油菜株高、单株重和产量的影响

处理	株高/cm	单株重/(g/株)	折合产量/(kg/hm ²)
CK	20.20±2.31 b	20.76±7.64 a	28 440.00±1 665.00 a
T1	15.70±1.84 c	12.54±4.69 b	16 725.00±1 380.00 b
T2	22.25±4.51 a	22.56±5.31 a	30 105.00±1 575.00 a
T3	21.45±2.23 ab	23.65±7.68 a	31 545.00±870.00 a
T4	15.75±3.38 c	12.78±3.32 b	17 055.00±1 050.00 b

注:同列小写字母不同表示在 $P<0.05$ 水平下差异显著。下同。

T2 处理显著高于 CK、T1、T3、T4 处理($P<0.05$),T1、T3、T4 处理和 CK 之间差异不显著($P>0.05$)。T2 处理的 VC 含量与 CK 差异显著($P<0.05$),与 T1、T3、T4 处理间差异不显著($P>0.05$)。由此可见,厌氧堆肥提取液可以改善小油菜的品质。

表 2 不同施肥处理对小油菜品质的影响

处理	硝酸盐(以 NO ₃ ⁻ 计)/(mg/kg)	蛋白质/g	VC 含量/mg
CK	6 734.00±34.00 b	1.56±0.14 b	38.60±2.20 b
T1	8 712.00±40.00 a	1.64±0.16 b	40.40±1.70 ab
T2	4 022.00±15.00 e	3.06±0.20 a	45.80±3.20 a
T3	4 784.00±84.00 d	2.03±0.32 b	41.60±1.40 ab
T4	5 960.00±100.00 c	1.70±0.70 b	45.60±5.00 a

注:蛋白质、VC 含量为 100 g 鲜重的含量。

2.3 不同施肥处理对小油菜土壤养分的影响

由表 3 可知,不同施肥处理土壤有机质含量存在差异,T3 处理最大(47.10 g/kg),CK 最小(33.20 g/kg)。T3 处理与 T0、CK、T1、T4 处理相比差异显著($P<0.05$),与 T2 处理差异不显著($P>0.05$),由此可见,羊粪堆肥提取液增加了土壤中的有机质含量。

各处理全氮含量均高于播前土壤 T0,与播前土壤 T0 相比,T1、T2、T3、T4、CK 处理土壤中的全氮含量分别提高了 20.6%、12.5%、32.9%、15.2%、2.97%。T3 处理与 T0、CK、T1、T2、T4 处理差异显著($P<0.05$),T1 处理、T2 处理、T4 处理间差异不显著 ($P>0.05$)。由此可见,施用好氧堆肥提取液,土壤全氮含量增加明显。

不同施肥处理下土壤全磷含量为 T4(1.52 g/kg)>

T3 (1.51 g/kg)>T1 (1.48 g/kg)>T2 (1.43 g/kg)>CK (1.30 g/kg),与 T0 相比,除 CK 低于 T0 外,其他施肥处理显著高于 T0,表明腐熟羊粪堆肥、好氧堆肥提取液、复合肥、厌氧堆肥提取液均能提高土壤全磷含量。

土壤中的全钾含量为 T1 (21.30 g/kg)>T2 (20.30 g/kg)>T3 (20.00 g/kg)>CK (19.40 g/kg)>T0 (19.30 g/kg)>T4 (18.40 g/kg),T1 处理显著高于其他处理 ($P<0.05$),T2 处理与 T3 处理间差异不显著 ($P>0.05$),但与播前土壤 T0 差异显著 ($P<0.05$)。T4 处理全钾含量最低。

T1 处理土壤中的有效氮含量显著高于其他处理 ($P<0.05$)。除 CK 外,不同施肥处理的土壤有效磷含量与播前土壤 T0 相比差异显著 ($P<0.05$),T1 和 T3 处理、T4 和 T2 处理间差异不显著 ($P>0.05$),

T2 和 T3 处理间差异显著 ($P<0.05$);T1 处理有效磷含量最高(205.20 mg/kg),比播前土壤 T0 高 94.3%。T2 处理速效钾含量大于 T3 处理,两者与其他处理相比差异显著 ($P<0.05$);CK 的速效钾含量最低,为 306.00 mg/kg。

不同施肥处理下,小油菜土壤水溶性盐含量排序为T2<T3<T4=CK<T1<T0、T1、T4、CK、播前土壤 T0 显著高于 T2、T3 处理($P<0.05$),说明施用厌氧堆肥提取液和好氧堆肥提取液土壤的水溶性盐含量明显降低,可以达到降低盐分含量、改善土壤盐渍化状况、有利于作物健康生长的目的。

除 T1 处理外,各处理与播前土壤 T0 相比土壤 pH 值差异显著($P<0.05$)。施腐熟羊粪堆肥后,T4 处理 pH 值下降明显,pH 值为 8.00。

表 3 不同施肥处理对小油菜土壤养分的影响

处理	有机质含量/ (g/kg)	全氮含量/ (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	全钾含量/ (g/kg)	有效氮含量/ (mg/kg)	有效磷含量/ (mg/kg)	速效钾含量/ (mg/kg)	水溶性盐含量/ (g/kg)	pH 值
T0	34.20±0.70 c	1.96±0.12 c	1.32±0.03 c	19.30±0.60 c	63.00±6.00 d	105.60±5.40 c	340.00±15.00 d	4.50±0.40 a	8.82±0.22 a
CK	33.20±0.80 c	2.02±0.04 c	1.30±0.03 c	19.40±0.50 c	54.00±5.00 d	107.50±5.10 c	306.00±16.00 d	4.20±0.30 b	8.60±1.13 b
T1	33.70±0.60 c	2.47±0.08 b	1.48±0.10 b	21.30±0.50 a	232.00±8.00 a	205.20±5.60 a	422.00±19.00 c	4.40±0.40 a	8.67±0.14 ab
T2	44.30±0.70 a	2.24±0.07 b	1.43±0.08 b	20.30±0.80 b	71.00±11.00 c	157.50±9.00 b	720.00±34.00 a	2.00±0.20 d	8.28±0.15 c
T3	47.10±0.30 a	2.92±0.06 a	1.51±0.05 a	20.00±0.70 b	94.00±7.00 b	198.00±3.00 a	705.00±11.00 ab	3.20±0.50 c	8.63±0.17 b
T4	39.90±1.50 b	2.31±0.03 b	1.52±0.04 a	18.40±0.60 d	75.00±9.00 c	152.50±7.40 b	690.00±18.00 b	4.20±0.70 b	8.00±0.30 c

3 结论与讨论

本试验中,施化肥 T1 处理对土壤中的全钾含量和有效氮含量影响显著;T2 处理对小油菜的株高、硝酸盐含量、蛋白质含量和 VC 含量影响显著;T3 处理对小油菜的单株重、产量影响显著,对土壤中全氮含量影响显著。由此可见,羊粪的厌氧、好氧堆肥提取液不仅能明显增加小油菜的株高、单株重和产量,改善小油菜品质,还能提高土壤的养分含量、降低土壤中的水溶性盐含量。这与徐大兵等^[9]、陈鑫等^[10]的研究结果一致。本试验中 CK 表现较好,小油菜的株高、单株重和产量优于 T4 处理和 T1 处理,这可能与土壤中长期连作施肥有关,实践中经常会有在连作地块不施任何肥料,植物仍可以保持旺

盛生长的现象,可见现在提倡的减药减肥政策很有必要。坚持化肥与有机肥混合施用,可改良土壤理化性状,使迟效与速效肥料优势互补,减少化肥的挥发与流失,增强保肥性能,较快提高供肥能力,从而提高作物抗逆性、改善品质,并对减少环境污染有显著效果^[11-13]。有研究认为,有机质含量越高,土壤盐渍化程度越低,会显著促进作物生长^[14]。研究表明,施用微生物菌肥能不同程度地提升盐渍土中有机质的含量^[15]。T3 处理能够提高小油菜土壤的全氮含量,且与其他处理差异显著,说明施用好氧堆肥提取液可以使土壤的水溶性盐含量降低。有试验表明,设施内长期施用有机肥和无机肥均会造成水溶性盐分在土壤中大量积累,单施化肥和有机无机肥配施且施肥量大则更易造成盐分在表层土壤中的积累^[16-17]。研究

表明,有机肥施用也会引起土壤 pH 值降低,这是由于有机氮发生矿化产生 NH_4^+ 随后硝化而使土壤 pH 值降低,而单施化肥则会导致土壤 pH 值升高,从而有效防止土壤酸化^[18]。本试验中堆肥提取液的 pH 值

下降,原因可能是堆肥中的大多数微生物在中性 pH 值条件下存活较好,而堆肥提取液的 pH 值在整个提取过程中会略有升高,造成其中的微生物对阴离子的总体吸收多于对阳离子的吸收。

参考文献:

- [1] 韩超,赵青松,李欣欣,等.堆肥提取液的高效利用研究进展[J].中国土壤与肥料,2020(1):8-16.
- [2] 徐大兵.猪粪—秸秆堆肥提取液促进植物生长和抑制土传病原菌效果及其作用机制[D].南京:南京农业大学,2011.
- [3] 李欣欣,王秀红,史向远,等.堆肥提取液诱导草莓对黄萎病抗性及其抑菌机理研究[J].中国生物防治学报,2018,34(2):294-302.
- [4] 祝连彩,唐士金,周丽,等.考马斯亮蓝 G250 法测定蛋白质含量的教学实践及方法学探讨[J].教育教学论坛,2020(23):266-269.
- [5] 李合生.植物生理生化试验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,1999.
- [6] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
- [7] 谷化强.生物质堆肥对土壤的促磷效果及作物生长影响[D].合肥:合肥工业大学,2010.
- [8] 曲祖斌,王蕾.土壤水溶性盐测定方法比较分析[J].化工管理,2019(4):33-34.
- [9] 徐大兵,佘国涵,徐祥玉,等.辅以多粘类芽孢杆菌堆肥提取液工艺及其对土壤微生物群落结构的影响[J].湖北农业科学,2017,56(4):634-639.
- [10] 陈鑫,袁嶝,姜明,等.榆黄蘑菌糠提取液对盐胁迫下狗枣猕猴桃幼苗的影响[J].北方园艺,2018(2):68-72.
- [11] 韦翠莲.试分析设施瓜菜农药化肥减量增效技术[J].农业与技术,2019,39(23):96-97.
- [12] 谢安乾,王恩尧.有机肥施用对土壤肥力影响的研究进展[J].乡村科技,2017(2):87.
- [13] 柴晓彤,顾金凤,毛亮,等.微生物菌肥对盐渍化土壤中盐分离子及有机质含量的影响[J].上海交通大学学报(农业科学版),2017,35(1):78-84.
- [14] 李文庆,张民,李海峰,等.大棚土壤硝酸盐状况研究[J].土壤学报,2002,39(2):283-287.
- [15] 郭文忠,李丁仁.宁夏日光温室土壤次生盐渍化发生原因及治理[J].长江蔬菜,2003(4):39-40.
- [16] 谢东锋,薛书浩,曾钰婷,等.采前微生物菌肥处理连作土壤对番茄生长及抗性酶活性的影响[J].北方园艺,2018(21):136-141.
- [17] 游春丽,韩虎.微生物复合菌肥对辣椒生长和产量的影响[J].蔬菜,2017(12):19-21.
- [18] 薛峤,宋亚星,张军平.施用有机肥对土壤肥力的影响[J].农民致富之友,2019(3):117.

(责任编辑 康文钦)